



②1 Aktenzeichen: 198 34 867.3
②2 Anmeldetag: 1. 8. 98
④3 Offenlegungstag: 11. 2. 99

③0 Unionspriorität:
GM 498/97 07. 08. 97 AT

⑦1 Anmelder:
AVL List GmbH, Graz, AT

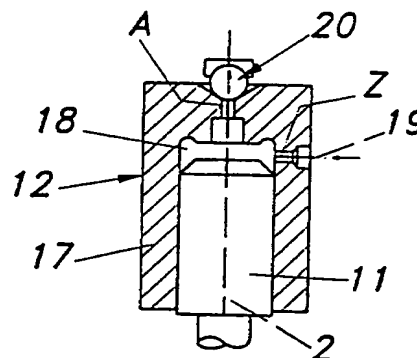
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Meldau u. Strauß, 33330 Gütersloh

⑦2 Erfinder:
Bürgler, Ludwig, Dipl.-Ing., Graz, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Einspritzdüse für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper (3) axial verschiebbaren Hohlneedle (7), die eine erste Gruppe (4) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und einer in der Hohlneedle (7) konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder (14) belasteten Innennadel (8), die eine zweite Gruppe (5) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventilladeln (7, 8) in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff beaufschlagten Steuerkolben (11), wobei sowohl die Hohlneedle (7) als auch die Innennadel (8) durch Kraftstoffdruck geöffnet werden. Um auf möglichst einfache Weise den Spritzlochquerschnitt motorkennfeldabhängig während des Betriebes zu verändern, ist vorgesehen, daß die Hohlneedle (7) zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben (11) verbunden ist.



Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper axial verschiebbaren Hohl-nadel, die eine erste Gruppe von Spritzöffnungen ansteuert, und einer in der Hohl-nadel konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder belasteten Innennadel, die eine zweite Gruppe von Spritzöffnungen ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventilenadeln in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff beaufschlagten Steuerkolben, wobei sowohl die Hohl-nadel als auch die Innennadel durch Kraftstoffdruck geöffnet werden.

Bei heutigen direkt einspritzenden Dieselmotoren besteht der Zielkonflikt zwischen der Erfüllung der vom Gesetzgeber geforderten besonders niedrigen Abgasemissionen in einem bestimmten Testzyklus einerseits und dem Wunsch nach hoher Leistung andererseits. Für die Erfüllung der Abgasgrenzwerte ist die Anwendung eines kleinen Spritzlochquerschnittes im Testzyklus – also bei eher niedrigen Lasten und Drehzahlen – eine sehr effektive Maßnahme. Dem entgegen steht allerdings eine stark reduzierte, mögliche Leistungsausbeute im Bereich der Nennleistung. Um eine höhere Leistungsausbeute zu erreichen, wäre eher eine Vergrößerung des Spritzlochquerschnittes von Vorteil. Dies gilt allgemein, insbesondere aber für Motoren mit Speichereinspritzsystemen (Common-Rail-Systemen).

Aus der DE 27 11 393 A1 ist eine Kraftstoffeinspritzdüse der eingangs genannten Art bekannt, bei der die volle Schließkraft der Innennadel und der Hohl-nadel jeweils durch eine eigene Feder aufgebracht werden. Sowohl die Hohl-nadel, als auch die Innennadel werden vom Kraftstoffdruck geöffnet. Bei Bereichen des für die Hohl-nadel ausreichenden Kraftstoffdruckes wird diese von ihrem Ventilsitz angehoben, wodurch eine erste Gruppe von Spritzöffnungen aufgesteuert wird. Bei größeren Fördermengen wird bei Erreichen eines bestimmten, höheren Druckes die Innennadel von ihrem Sitz angehoben und steuert eine zweite Gruppe von Spritzöffnungen zur Einspritzquerschnittsvergrößerung auf. Nach Zurücklegung eines vordefinierten Hubes stößt die Innennadel an einen Anschlag. Das Schließen und Öffnen der Innennadel kann zusätzlich noch durch einen Steuerkolben beeinflusst werden. Eine aktive, vom Kraftstoffdruck unabhängige Steuerung der Hohl-nadel ist nicht möglich. Dadurch ist diese Einspritzdüse nicht geeignet, um bei einem Speichereinspritzsystem eine motorkennfeldabhängige Veränderung des Spritzlochquerschnittes zu erreichen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung diese Nachteile zu vermeiden und eine Einspritzdüse zu entwickeln, bei der auf möglichst einfache Weise der Spritzlochquerschnitt in Abhängigkeit des Motorkennfeldes, insbesondere bei einem Speichereinspritzsystem, verändert werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Hohl-nadel zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben verbunden ist. Dadurch ist es möglich, die Hohl-nadel unabhängig vom angelegten Kraftstoffdruck zu steuern. Die Hohl-nadel wird dabei vom Steuerkolben in geschlossener Stellung gehalten, und es erfolgt keine Einspritzung. Beim Schalten des Steuerventiles wird der Druck im an den Steuerkolben grenzenden Steuerraum soweit reduziert, daß die Hohl-nadel von ihrem Sitz angehoben wird, und die Einspritzung über die obere Lochreihe erfolgt.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, daß die Feder über ein die Außennadel kreuzendes Druckstück auf die Innennadel einwirkt. Wenn der eingestellte Speicherdruck kleiner ist als der mittels der Federvorspannung der Feder eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel, so bleibt die Innennadel

stets geschlossen. Unter diesen Bedingungen ist die Funktion des Einspritzventiles identisch mit der eines herkömmlichen Einspritzventiles mit einer einzigen Ventilenadel für ein Speichereinspritzsystem. Wird der Speicherdruck hingegen so weit erhöht, daß der durch die Federvorspannung der Feder bestimmte Öffnungsdruck überschritten wird, so öffnet die Innennadel unmittelbar nach dem Öffnen der Hohl-nadel und die Einspritzung erfolgt über beide Gruppen von Spritzlochreihen.

In einer sehr einfachen Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß das Druckstück – in Richtung der Nadelachse betrachtet – balken-, stern- oder kreuzförmig ist, wobei die Hohl-nadel entsprechende radiale Ausnehmungen für das Druckstück aufweist. Dabei kann weiters vorgesehen sein, daß die Hohl-nadel im Bereich des Druckstückes gabelförmig ausgeführt ist und dieses umschließt oder durchdringt.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist die Hohl-nadel von der Innennadel mechanisch entkoppelt, wobei die Außennadel und die Innennadel voneinander unabhängig bewegt werden können.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Innennadel nach einem vordefinierten Öffnungshub mit der Außennadel und/oder den Steuerkolben mechanisch gekoppelt ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, daß das Druckstück nach einem vordefinierten Hub der Innennadel auf einem mit dem Steuerkolben verbundenen Druckkolben aufliegt. Zwischen dem Druckstück und dem Druckkolben ist bei geschlossener Einspritzdüse ein Spiel von wenigen hundertstel Millimeter eingestellt. Beim Öffnungsbeginn der Hohl-nadel kann die Innennadel bereits nach einem geringen Hub der Hohl-nadel zufolge des raschen Druckanstieges im Sitzbereich schnell öffnen, allerdings nur so lange, bis das Druckstück am Druckkolben zur Anlage kommt. In weiterer Folge bewegen sich beide Nadeln gemeinsam bis zum Hubanschlag der Hohl-nadel. Beim Schließen wird zunächst die Innennadel vom Druckkolben über das Druckstück mit der Hohl-nadel mitbewegt. Gegen Ende des Schließvorganges kommt es zu einem starken Druckabfall im Sitzbereich der Innennadel, wodurch ein beschleunigtes Schließen der Innennadel auftritt und das Druckstück durch die Feder vom Druckkolben abgehoben wird.

In einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Hohl-nadel nach einem vordefinierten Hub mit der Innennadel mechanisch gekoppelt ist, wobei vorzugsweise weiters vorgesehen ist, daß die Hohl-nadel nach einem vordefinierten Hub am Druckstück aufliegt. Dadurch ist eine Einspritzverlaufsformung möglich. Die Hohl-nadel beginnt dabei wie gewohnt bis zu einem bestimmten Hub zu öffnen, wodurch die Einspritzung nur über die erste Gruppe von Einspritzöffnungen erfolgt. Ab einem bestimmten Ventilhub liegt die Hohl-nadel am Druckstück auf und nimmt die Innennadel mit, wodurch zusätzlich die untere Gruppe von Einspritzöffnungen geöffnet wird und die Einspritzrate signifikant gesteigert wird. Die Feder ist dabei mit einer relativ hohen Kraft vorgespannt, um eine Einspritzverlaufsformung bis zum normalen Speicherdruck im gesamten Motorkennfeld zu ermöglichen.

In bestimmten Fällen kann gewünscht sein, daß die Innennadel bei hohem Speicherdruck unmittelbar nach der Hohl-nadel öffnet. Dies wird erreicht, wenn die Vorspannung der Feder entsprechend reduziert wird. Eine Einspritzverlaufsformung ist somit nur bis zu einem bestimmten Speicherdruck möglich. Das Schließen der Innennadel erfolgt in der bereits beschriebenen Weise.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einspritzdüse in einer er-

sten Ausführungsvariante,

Fig. 2 und 3 weitere Ausführungsvarianten der Erfindung, Fig. 4 die Spitze der Einspritzdüse im Detail,

Fig. 5a und 5b weitere Ausführungsvarianten der Einspritzdüse im Schnitt nach den Linien V-V in den Fig. 1 bis 3.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In einem kegeligen Bereich der Düsen Spitze 2a der Einspritzdüse 1 ist eine erste Gruppe 4 und eine zweite Gruppe 5 von Einspritzöffnungen 6 vorgesehen. Die erste Gruppe 4 der Einspritzöffnungen 6 wird durch eine Hohl nadel 7 auf gesteuert. In der Hohl nadel 7 ist eine Innennadel 8 konzen trisch zur Nadelachse 2 angeordnet, welche Innennadel 8 die zweite Gruppe 5 der Einspritzöffnungen 6 ansteuert. Die Hohl nadel 7 ist mit einem Druckkolben 10 verbunden, wel cher wiederum mit einem Steuerkolben 11 des elektro-hy draulischen Steuerteiles 12 in Verbindung steht. Die Innen nadel 8 weist in ihrem der Düsen spitze 2a abgewandten Be reich ein Druckstück 13 auf, auf welches eine Feder 14 ein wirkt. Um insbesondere bei abgefallenem Kraftstoffdruck die Hohl nadel 7 in einer genau definierten Schließstellung zu halten, kann eine beispielsweise auf den Druckkolben 10 wirkende Zusatzfeder 9 vorgesehen sein. Diese im Vergleich zur Feder 14 viel kleiner ausgelegte Zusatzfeder 9 hat im Normalbetrieb allerdings nur eine untergeordnete Wirkung und ist für die Funktion der Einspritzdüse 1 im Normalbe trieb nicht unbedingt erforderlich.

In den die Hohl nadel 7 umgebenden Düsenraum 15 des Düsenkörpers 3 mündet eine mit dem nicht weiter darge stelltten Speichereinspritzsystem verbundene Einspritzlei tung 16.

Der elektro-hydraulische Steuerteil 12 weist einen Steuer zylinder 17 auf, in welchem der Steuerkolben 11 axial ver schiebbar ist. In dem vom Steuerzylinder 17 aufgespannten Steuerraum 18 mündet eine Hydraulikleitung 19, welche mit dem Speichereinspritzsystem verbunden sein kann. Der elektro-hydraulische Steuerteil 12 kann aber auch durch ein separates Hydrauliköl gespeist werden. Im Bereich der Mündung der Hydraulikleitung 19 ist eine Zulauf drossel Z angeordnet. Der Steuerraum 8 steht weiters über eine Ab laufdrossel A mit einer nicht weiter dargestellten Lecköllei tung in Verbindung. Der Öffnungsquerschnitt der Ablauf drossel A wird über ein elektromagnetisch oder piezoelek trisch betätigbares Ventil 20 angesteuert.

Das Öffnungs- und Schließverhalten der Hohl nadel 7 wird durch die Auslegung der Zusatzfeder 9 vor allem aber durch die Auslegung der Querschnitte der Zulauf drossel Z und der Ablauf drossel A definiert. Die Schließkraft der Innen nadel 8 wird – zumindest im geschlossenen Zustand – nur durch die Feder 14 aufgebracht, weshalb diese größer ausgelegt werden muß, als die Zusatzfeder 9.

Im Bereich des Druckstückes 13 der Innennadel 8 ist die Hohl nadel 7 gabelförmig gestaltet und umgibt teilweise das Druckstück 13. Das Druckstück 13 kann dabei im wesent lichen als einfacher Balken ausgeführt sein, wie in Fig. 5a ge zeigt ist. Weiters denkbar ist eine – im Querschnitt – kreuz förmige Gestaltung des Druckstückes 13 (Fig. 5b). Die Aus nehmungen 21 der Hohl nadel 7 sind dabei entsprechend ge formt. Anstelle der gabelförmigen Gestaltung der Hohl nadel 7 ist auch denkbar, daß die Hohl nadel 7 einen radialen Schlitz oder eine radiale Bohrung aufweist, durch welche das balkenförmige oder bolzenförmige Druckstück 13 ge führt ist. Weiters ist es möglich, daß die Feder 14 über eine – nicht weiter dargestellte – Zwischenscheibe am Druckstück 13 angreift.

Die Hohl nadel 7 wird über den Druckkolben 10 vom Steuerkolben 11 im elektro-hydraulischen Steuerteil 12 in

geschlossener Stellung gehalten, und es erfolgt keine Ein spritzung. Beim Schalten des Ventiles 20 im elektro-hydrau lischen Steuerteil 12 wird nun die Kraft auf die Hohl nadel in Schließrichtung so weit reduziert, daß zufolge der wirksa men Ringfläche $(D_1 - D_2)^2 \cdot \pi / 4$ die Hohl nadel 7 von ihrem Sitz angehoben wird, und die Einspritzung über die erste, obere Gruppe 4 von Einspritzöffnungen 6 erfolgt. Das Schließen der Hohl nadel 7 erfolgt in umgekehrter Weise und beendet somit einen Einspritzvorgang. Falls der eingestellte Speicherdruck kleiner ist als der mittels der Vorspannung der Feder 14 eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel 8, so bleibt die Innennadel 8 stets geschlossen. In diesem Fall ist die Funktion der Einspritzdüse 1 identisch mit der eines Standard-Injektors für ein Speichereinspritzsystem mit einer einzigen Düsen nadel.

Wird nun der Speicherdruck so weit erhöht, daß der durch die Federvorspannung der Feder 14 bestimmte Öffnungs druck überschritten wird, so öffnet die Innennadel 8 unmit telbar nach der Hohl nadel 7 und die Einspritzung erfolgt über beide Gruppen 4, 5 von Einspritzöffnungen 6. Beim Schließvorgang der Hohl nadel 7 kommt es zu einem starken Druckabfall im Sitzbereich der Innennadel 8 und diese schließt zufolge der Feder 14 fast gleichzeitig mit der Hohl nadel 7.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante sind Hohl nadel 7 und Innennadel 8 voneinander entkoppelt. Zwi schen dem Druckstück 13 und dem Druckkolben 10 bzw. zwischen der Hohl nadel 7 und dem Druckstück 13 ist bei je dem möglichen Nadelhub ein ausreichend großer Abstand gegeben, so daß eine gegenseitige Beeinflussung auszu schließen ist. Die Bewegungen der beiden Nadeln 7, 8 sind somit voneinander mechanisch völlig unabhängig. Die Innen nadel 8 arbeitet in herkömmlicher Weise und schließt nur abhängig vom Druck im Sitzbereich. Der maximale Hub der Innennadel 8 wird durch einen Hubanschlag 22 im In jektorkörper 23 des Einspritzventiles 1 bestimmt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante ist zwischen dem Druckstück 13 und dem Druckkolben 10 bzw. einem mit dem Druckkolben 10 verbundenen Ansatz 10a bei geschlossenen Nadeln 7, 8 ein Spiel H_1 von wenigen hundertstel Millimeter vorgesehen. Beim Öffnungsbeginn der Hohl nadel 7 wird bereits nach einem geringen Hub die Innennadel 8 zufolge des Druckanstieges im Sitzbereich schnell geöffnet. Nach einem dem Spiel H_1 entsprechenden Hub kommt das Druckstück 13 am Druckkolben 10 bzw. an einem mit dem Druckkolben 10 verbundenen Ansatz 10a zur Anlage. Abhängig von den auf die Innennadel 8 wirken den Kräften, nämlich hydraulische Kraft in Öffnungsrich tung, Federvorspannkraft der Feder 14 und hydraulische Kraft in Schließrichtung zufolge des aktuellen Drucks im Steuerraum, sind zwei verschiedene Funktionen möglich. Überwiegen die Kräfte im Öffnungsrichtung, so bewegen sich beide Nadeln 7, 8 gemeinsam bis zum Hubanschlag 22a im Steuerteil 12. Beim Schließen wird zunächst die Innen nadel 8 vom Druckkolben 10 mitbewegt. Gegen Ende des Schließvorganges tritt ein starker Druckabfall im Sitzbe reich der Innennadel 8 auf, wodurch diese schneller schließt. Überwiegen die Kräfte in Schließrichtung, bleibt die Innen nadel 8 stets geschlossen.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung, mit der eine Einspritzverlaufsformung möglich ist. Dabei beginnt die Hohl nadel 7 wie gewohnt bis zu einem bestimm ten Hub, beispielsweise 0,1 mm, zu öffnen, wobei die Ein spritzung nur über die erste, obere Gruppe 4 von Einspritz öffnungen 6 erfolgt. Bei einem bestimmten Hub H_2 liegt die Schulter 24 am Druckstück 13 auf, wodurch die Hohl nadel 7 die Innennadel 8 mitnimmt. Dies bewirkt, daß zusätzlich die zweite, untere Gruppe 5 von Einspritzöffnungen 6 geöffnet

und die Einspritzrate signifikant gesteigert wird. Bei einer relativ hohen Federvorspannung der Feder 14 ist diese Funktion bis zum maximalen Speicherdruck im gesamten Motorkennfeld verfügbar. Bei hohem Speicherdruck kann die Innennadel 8 aber auch sofort nach der Hohl-
 nadel 7 öffnen, wenn der eingestellte Öffnungsdruck der Innennadel 8 mittels der Feder 14 reduziert wird. Die Einspritzverlaufs-
 formung ist in diesem Fall nur bis zu einem bestimmten Speicherdruck wirksam. Die Innennadel 8 schließt generell
 sofort in der bereits beschriebenen Weise nach der Hohl-
 nadel 7.

Durch die beschriebene Gestaltung der Einspritzdüse 1 ist ein in Abhängigkeit des Motorkennfeldes variabler Spritzlochquerschnitt möglich, ohne daß weitere Zusatzstellglieder erforderlich sind. Im emissionsrelevanten Betriebsbereich bei relativ niedriger Drehzahl und Last bzw. bei Speicherdrücken bis z. B. 1000 bar ist nur die erste Gruppe 4 von Einspritzöffnungen 6 geöffnet, wodurch ein entsprechend kleiner Spritzlochquerschnitt realisiert ist. In der Nähe der Nennleistung, z. B. bei Speicherdrücken deutlich über 1000 bar arbeiten beide Gruppen 4, 5 von Einspritzöffnungen 6 mit entsprechend großen Gesamtspritzlochquerschnitt gleichzeitig.

Patentansprüche

1. Einspritzdüse (1) für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, insbesondere eine Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper (3) axial verschiebbaren Hohl-
 nadel (7), die eine erste Gruppe (4) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und einer in der Hohl-
 nadel (7) konzentrisch angeordneten, in Schließrichtung durch eine Feder (14) belasteten Innennadel (8), die eine zweite Gruppe (5) von Spritzöffnungen (6) ansteuert, und mit einem auf zumindest eine der beiden Ventilenadeln (7, 8) in Schließrichtung wirkenden, mit Flüssigkeit, insbesondere Kraftstoff beaufschlagten Steuerkolben (11), wobei sowohl die Hohl-
 nadel (7) als auch die Innennadel (8) durch Kraftstoffdruck geöffnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohl-
 nadel (7) zumindest in ihrer Schließstellung mit dem Steuerkolben (11) verbunden ist.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Federkraft der auf die Innennadel (8) wirkenden Feder (14) so groß eingestellt ist, daß das Öffnen der Innennadel (8) bei höherem Kraftstoffdruck erfolgt als das Öffnen der Hohl-
 nadel (7).
3. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (14) über ein die Hohl-
 nadel (7) kreuzendes Druckstück (13) auf die Innennadel (8) einwirkt.
4. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (13) – in Richtung der Nadelachse (2) betrachtet – balken-, stern- oder kreuzförmig ist, wobei die Hohl-
 nadel (7) entsprechende radiale Ausnehmungen (21) für das Druckstück (13) aufweist.
5. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohl-
 nadel (7) im Bereich des Druckstückes (13) gabelförmig ausgeführt ist und dieses umschließt oder durchdringt.
6. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Innennadel (8) nach einem vordefinierten Öffnungshub (H_1) mit der Hohl-
 nadel (7) und/oder den Steuerkolben (11) mechanisch gekoppelt ist.
7. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Hohl-
 nadel (7) und die In-

nennadel (8) mechanisch voneinander entkoppelt sind.
 8. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (13) nach dem vordefinierten Hub (H_1) der Innennadel (8) auf einem mit dem Steuerkolben (11) verbundenen Druckkolben (10) aufliegt.

9. Einspritzdüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohl-
 nadel (7) nach einem vordefinierten Hub (H_2) mit der Innennadel (8) mechanisch gekoppelt ist.

10. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohl-
 nadel (7) nach dem vordefinierten Hub (H_2) am Druckstück (13) aufliegt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

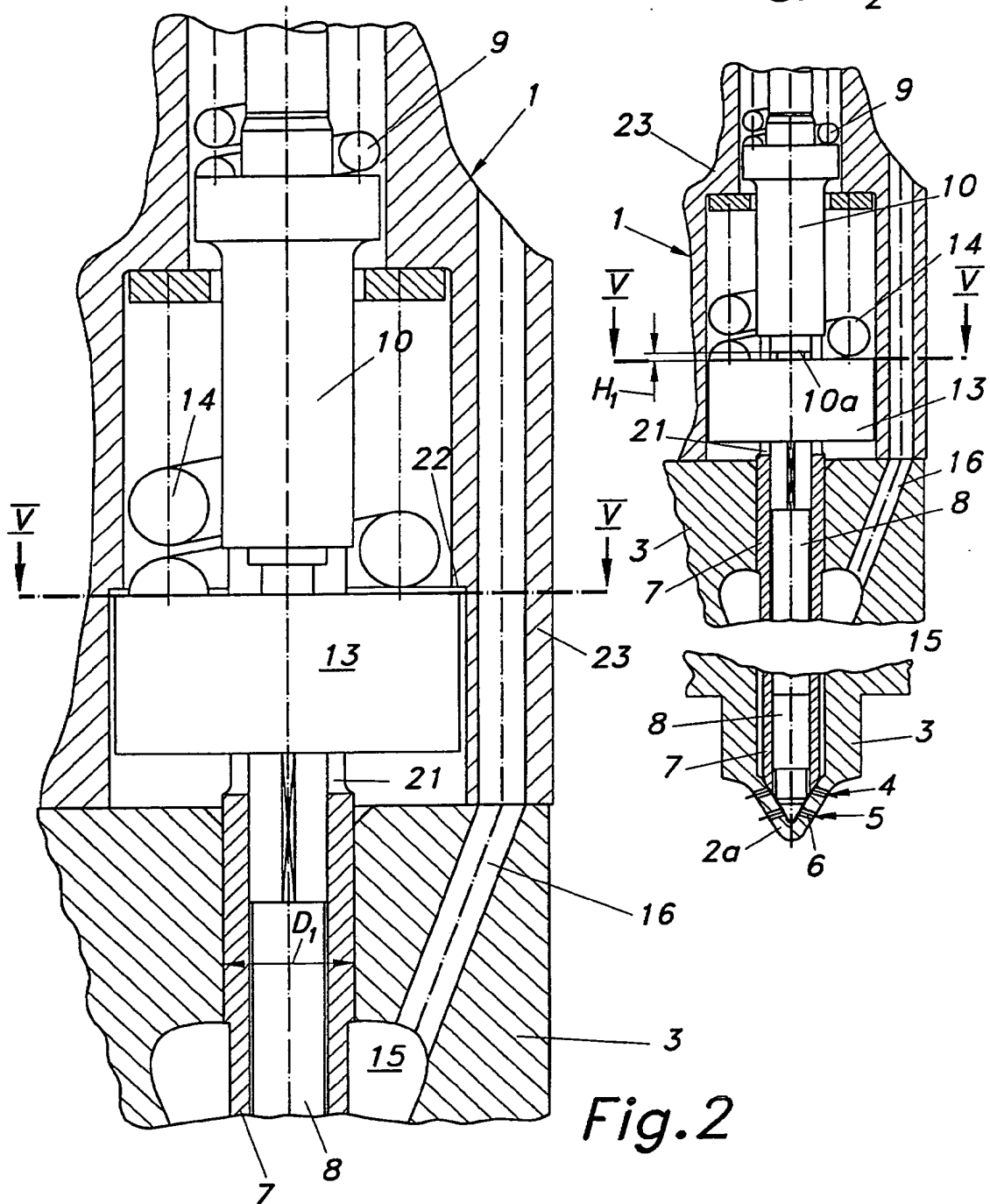
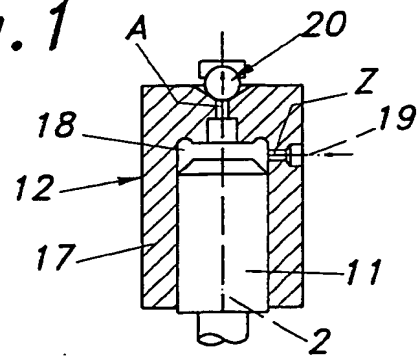


Fig. 2

